Cruza Monohíbrida

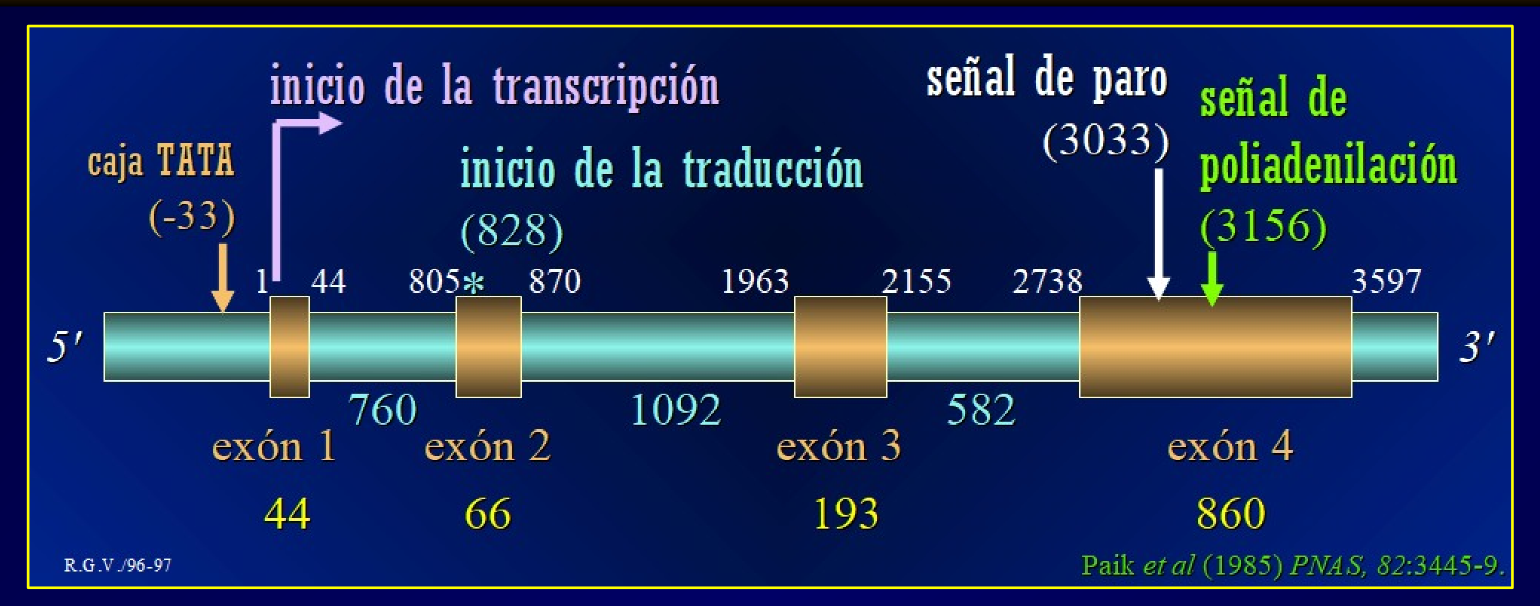


M. en C. RAFAEL GOVEA VILLASEÑOR
por el CINVESTAV-IPN
Biólogo por la UAM-I

Versión 4.1 de 2010-11-22, 2019-11-16 a 2021-11-21

Conocimientos Previos

¿Qué es un gen y como se representa?



1) Es la unidad de Información genética

2) Es un plano lineal que dicta los monómeros a unir para elaborar macromoléculas funcionales (ARN y Proteínas)

Las variantes se llaman *Alelos Dominantes* y *Recesivos*

Se representan con letras cursivas, Mayúsculas los 1° y minúsculas los 2° o exponentes ^{w} o $^{+}$ y $^{-}$, respectivamente

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Qué es el Genotipo y cómo se representa?

Es una fórmula donde se anotan los genes de un organismo en estudio

Para el caso más sencillo, un sólo gen *A*. Hay tres tipos de genotipos según los alelos presentes:

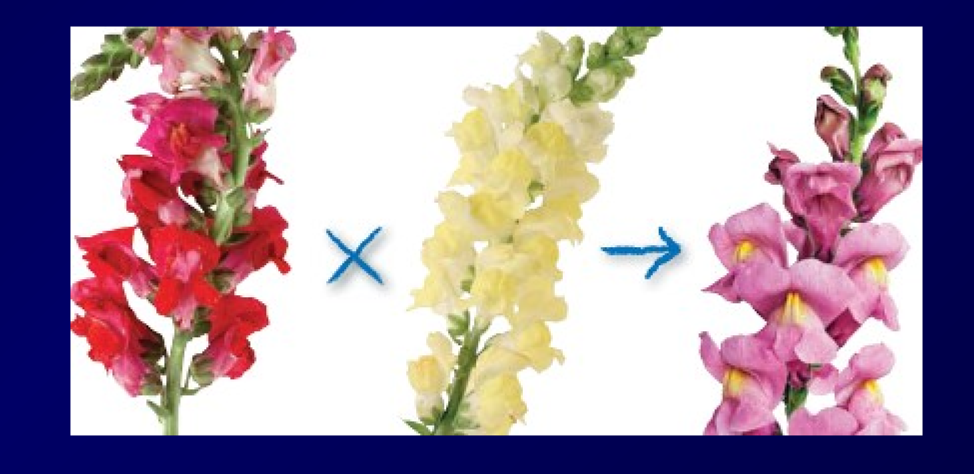
- Genotipo Homocigoto:
  - Genotipo Homocigoto Dominante: *AA*
  - Genotipo Homocigoto Recesivo: *aa*
- Genotipo Heterocigoto: *Aa*

BB	*mm*	*Rr*
DD	*ee*	*Ff*

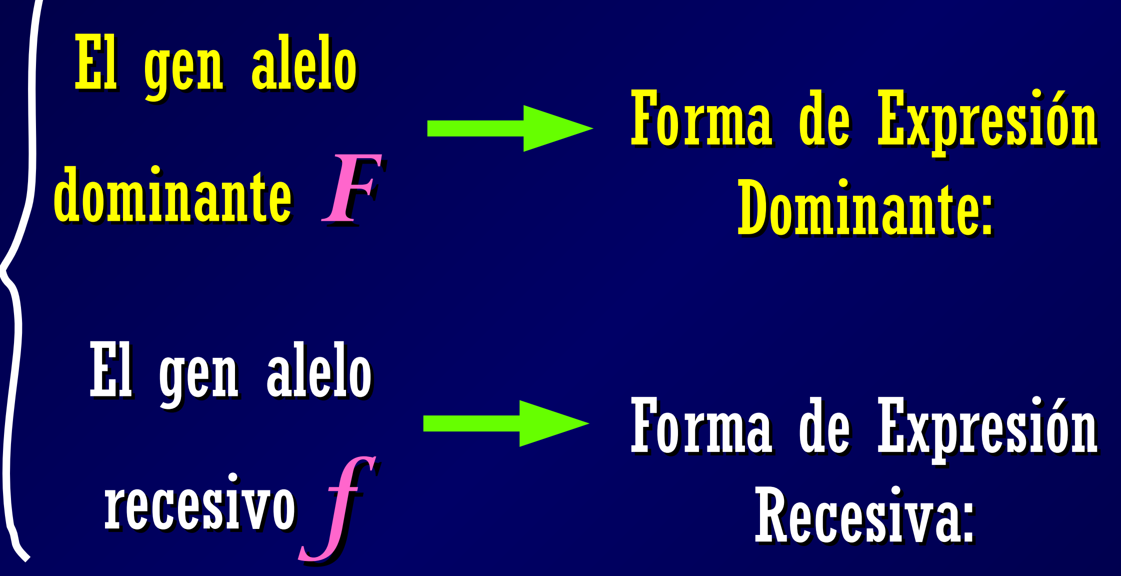
M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Qué es y de qué depende el Fenotipo?

El **Fenotipo** es la apariencia, el físico, la forma o función de un ser

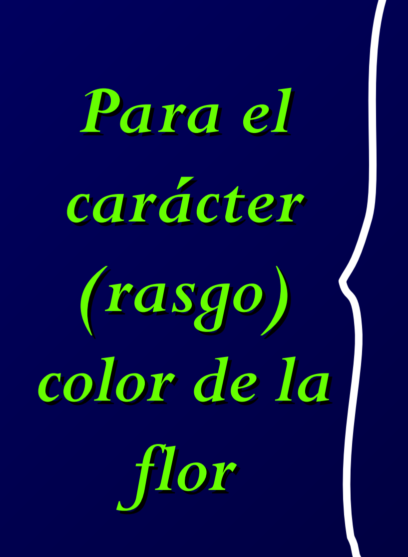


El fenotipo depende de la expresión de los genes en interacción con el Medio



El gen alelo dominante *F* → Forma de Expresión Dominante:

El gen alelo recesivo *f* → Forma de Expresión Recesiva:



Para el carácter (rasgo) color de la flor



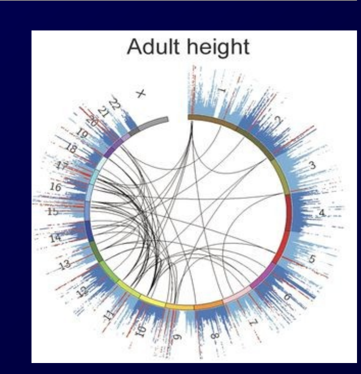
M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cómo se genera el fenotipo (un carácter)?





Muchos genes son leídos por la maquinaria molecular de la célula generando proteínas que interaccionan en un contexto ambiental dado construyendo cada rasgo con su actividad metabólica



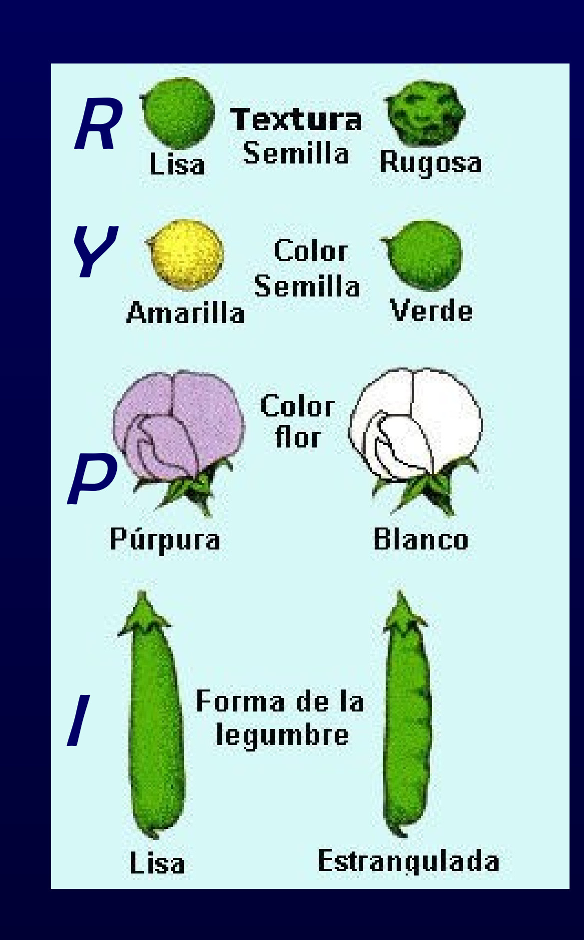
M en C Rafael Govea Villaseñor

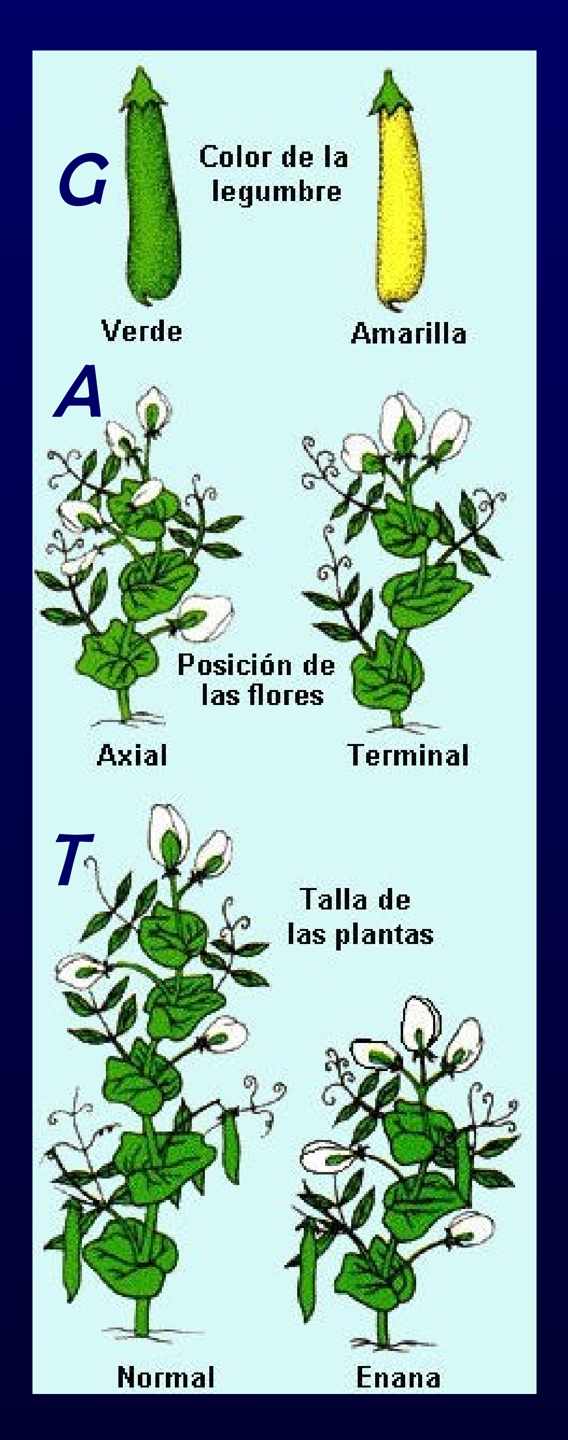
¿Quién y cómo descubrió qué se hereda al reproducirnos?

Gregorio Mendel



Hynčice, Chejia (Imperio Austro-Húngaro)

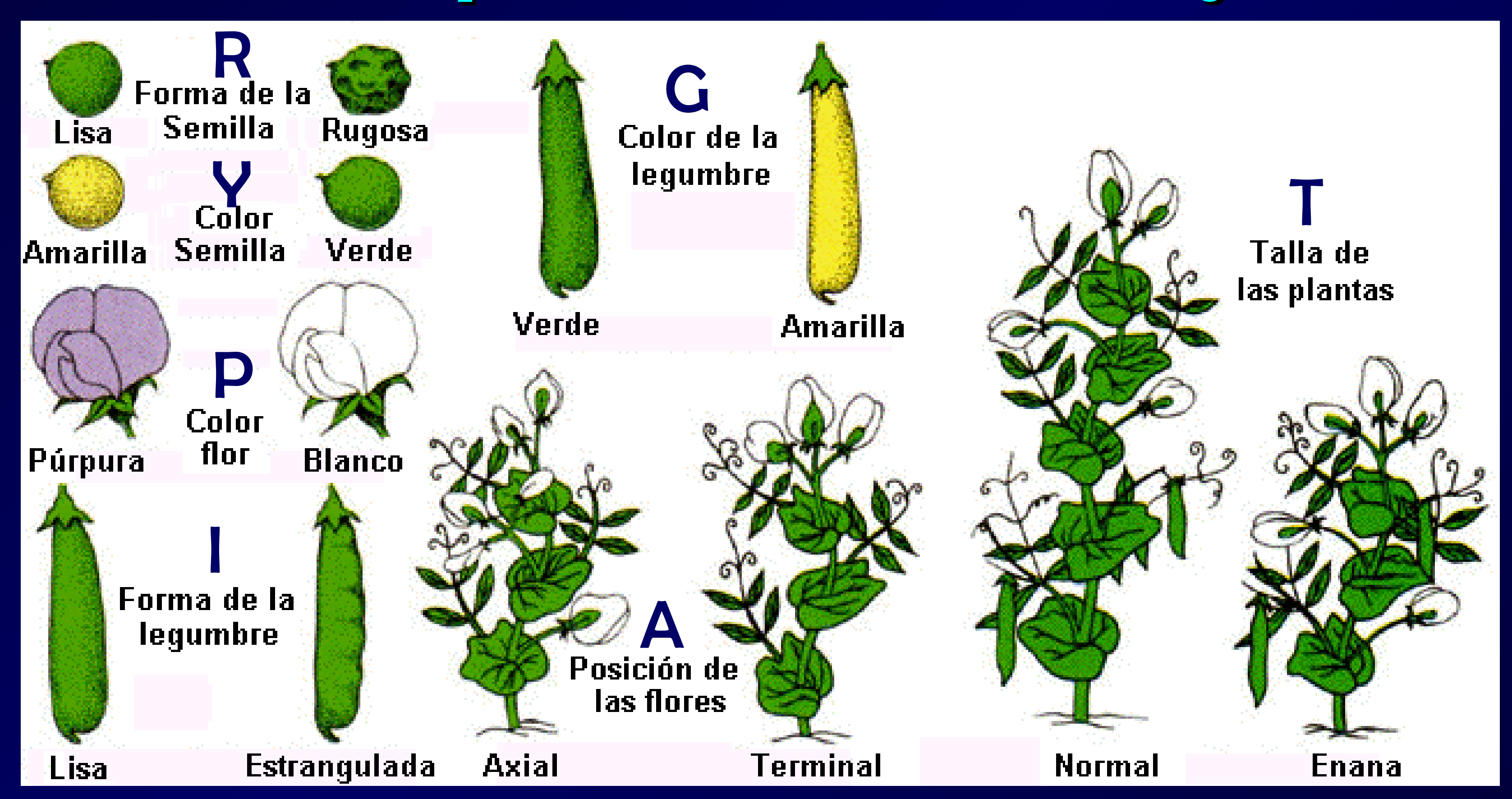




M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Qué caracteres usó Mendel?

Caracteres estables de una generación a otra (línea pura) con 2 formas de expresión suficientemente distinguibles.



Lo que hoy llamamos Caracteres Monogenéticos

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Qué es un Carácter Monogenético?

Un carácter monogenético [*mono-* = uno y *gen-* = gene] es el carácter que depende de un solo gen

Como casi todos los caracteres son poligenéticos [poli- = muchos] dependen de muchos genes, encontrar los pocos que no lo son, es una proeza

La idea '1 gen → 1 carácter' es errónea

Lo cierto es: '1 gen → ≥ 1 macromolécula' {proteína o ARN}

¿Porqué Mendel tuvo éxito al estudiar la Herencia?

A diferencia de otros fue muy riguroso

Usó una planta autógama con flores manipulables

Investigó sólo un carácter por serie de experimentos

Utilizó caracteres con 2 formas de expresión distinguibles



M en C Rafael Govea Villaseñor

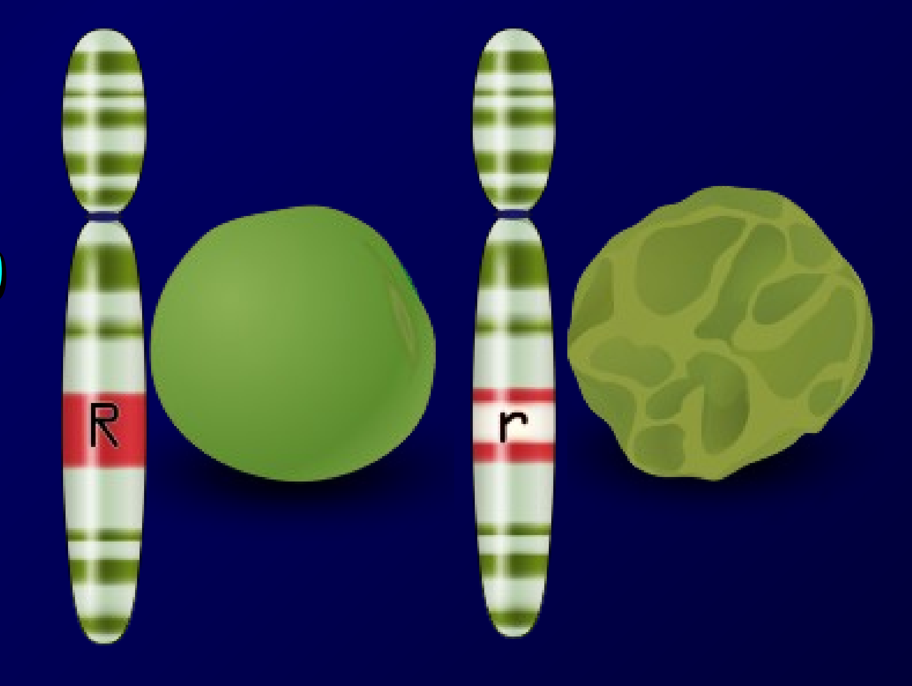
Ahora sí, hablemos de la Cruza Monohíbrida

¿Qué es una Cruza Monohíbrida?

Es un patrón de reproducción manipulada inventado por Mendel

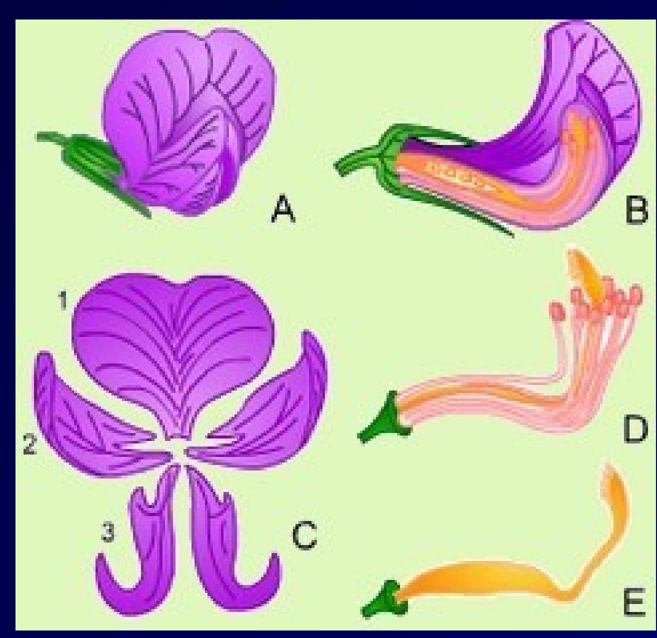
En este patrón sólo se sigue la herencia de 1 carácter determinado por un solo gen

Inicia con una generación progenitora de homocigotos y se siguen la 1ª y la 2ª generaciones



M en C Rafael Govea Villaseñor

Cruza Monohíbrida paso a paso



Mendel cortaba los estambres de una flor inmadura y luego con un pincel tomaba los granos de polen de otra y los transfería al estigma de la 1ª

M en C Rafael Govea Villaseñor

Cruza Monohíbrida

Generación F_0 *AA* x *aa*

La cruza comienza con dos organismos de línea pura [homocigotos] que difieren en la forma de expresión de un carácter, es decir un Homocigoto dominante {*AA*} con un homocigoto recesivo {*aa*}

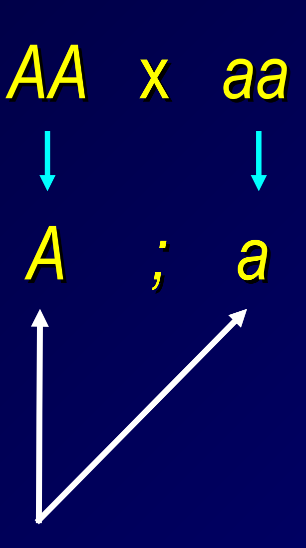
M en C Rafael Govea Villaseñor

Cruza Monohíbrida

Generación F_0

meiosis

gametos F_0

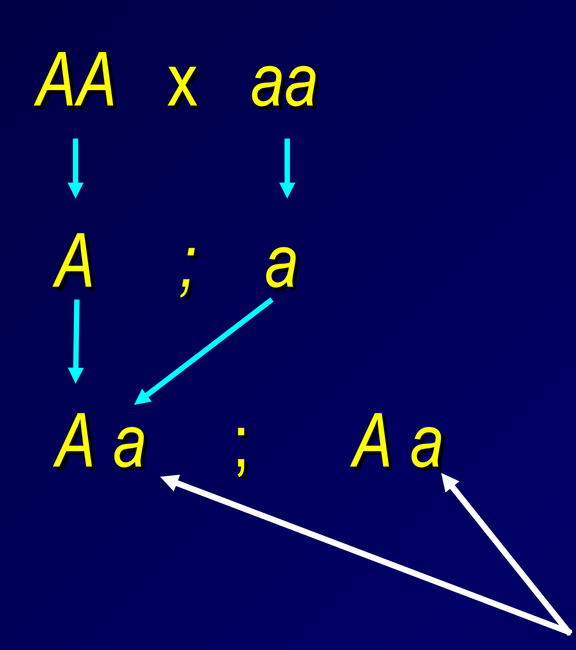


Como los organismos habrán de reproducirse deben de generar sus gametos. Para ello, ocurre la **meiosis**.

Dado que los organismos de la generación F_0 son homocigotos, poseen ambos genes alelos iguales y sólo producen un tipo de gametos: Respectivamente, {*A*} para el homocigoto dominante y {*a*} para el recesivo

Cruza Monohíbrida

Generación F_0
meiosis
gametos F_0
singamia
Generación F_1



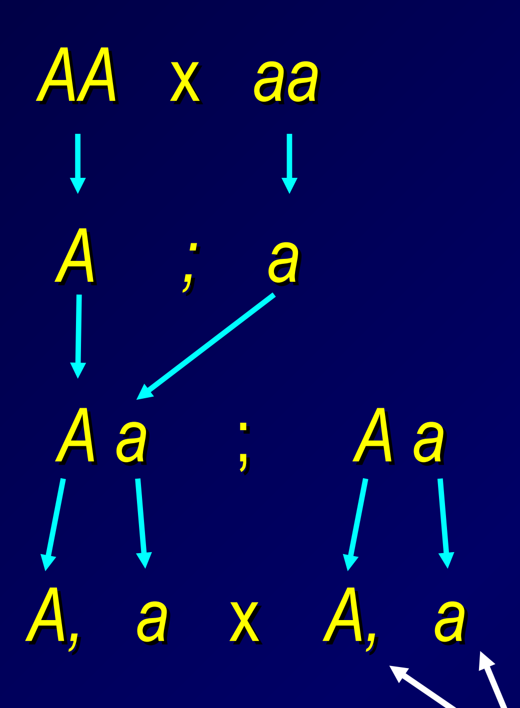
Luego sigue la fusión de los gametos [singamia].

Toda la generación F_1 es heterocigota {*Aa*} y con fenotipo dominante {A}

De aquí, Mendel, dedujo su Ley de la Uniformidad:
Cuando se cruzan 2 organismos homocigotos con formas de expresión distintas para un carácter dado, todos los organismos F_1 son iguales, tienen el mismo genotipo y fenotipo

Cruza Monohíbrida

Generación F_0
meiosis
gametos F_0
singamia
Generación F_1
meiosis
gametos F_1



Mendel tuvo el mérito de no detenerse aquí. Él colocó una bolsita a las flores de las plantas F_1 para que se autofecundasen.

Así que las plantas formaron los gametos F_1, llevando a cabo la meiosis.

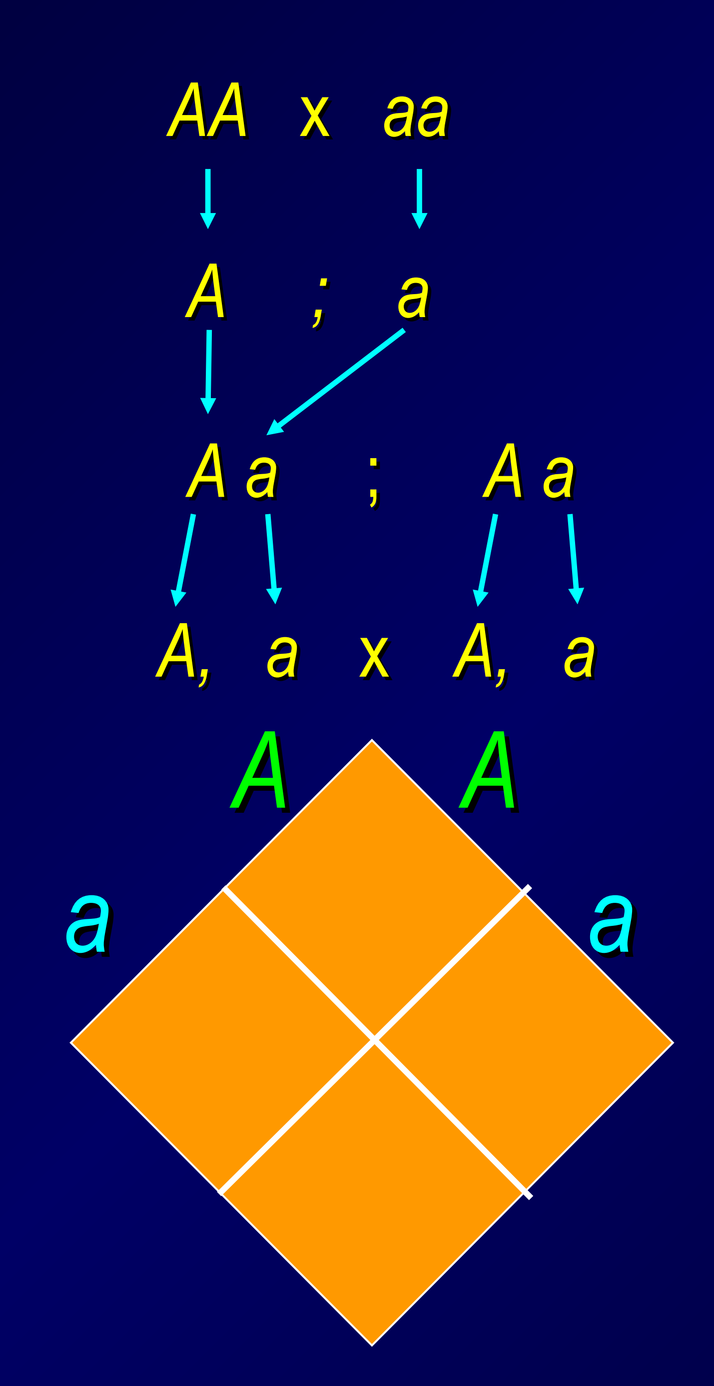
Puesto que los organismos eran heterocigotos, ellos formaron 50% de gametos {A} y 50% de gametos {*a*}

De aquí deriva la Ley de la Segregación de Mendel:
Los genes alelos se separan durante la meiosis y quedan en distintos gametos

M en C Rafael Govea Villaseñor

Cruza Monohíbrida

Generación F_0
meiosis
gametos F_0
singamia
Generación F_1
meiosis
gametos F_1
singamia
Generación F_2

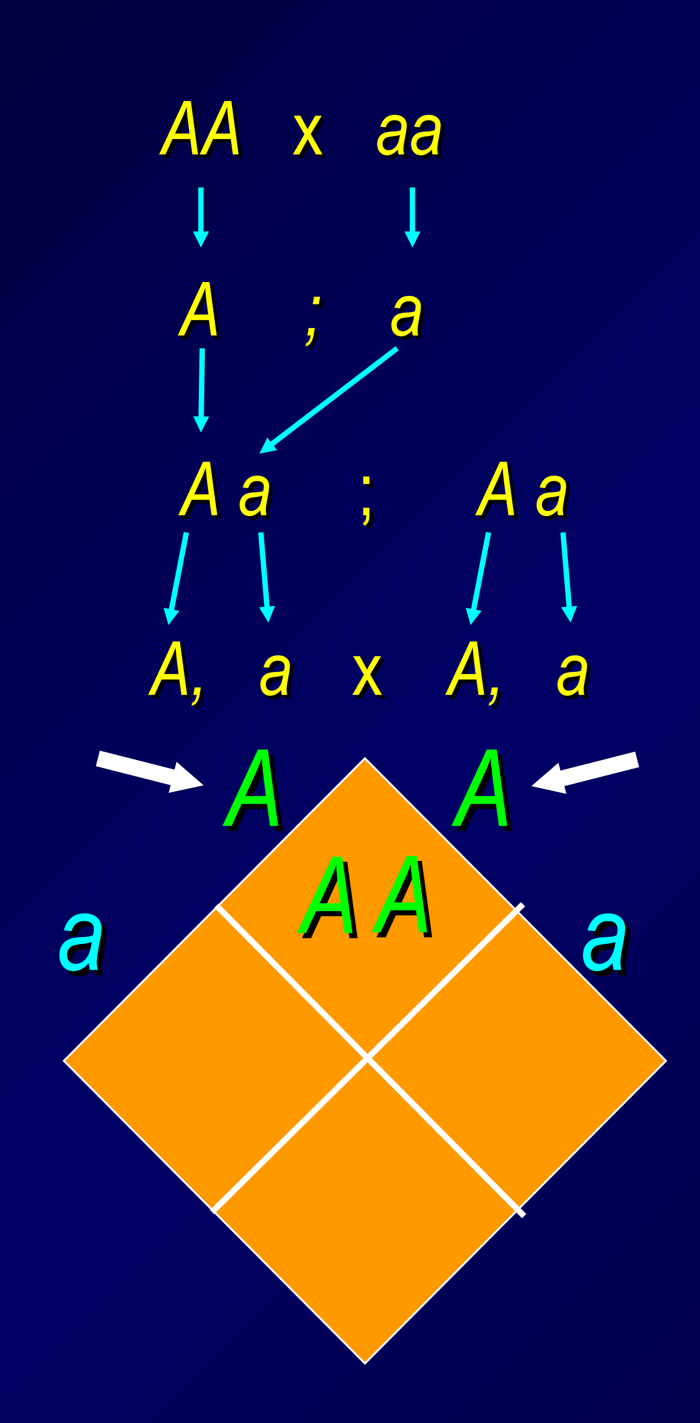


La autofecundación de las plantas F_1 implica que un tipo de gameto femenino se une al azar a cualquiera de los 2 gametos masculinos y viceversa.

Así, hay varias combinaciones de gametos F_1. El cuadrilátero de Punnet nos permite obtener fácilmente todas las combinaciones de la generación F_2.

M en C Rafael Govea Villaseñor

Cruza Monohíbrida



La unión del gameto {*A*} de un individuo con el gameto {*A*} del otro progenitor F_1 da origen a un organismo homocigoto dominante {*AA*}.

M en C Rafael Govea Villaseñor

Cruza Monohíbrida

Generación F_0

meiosis

gametos F_0

singamia

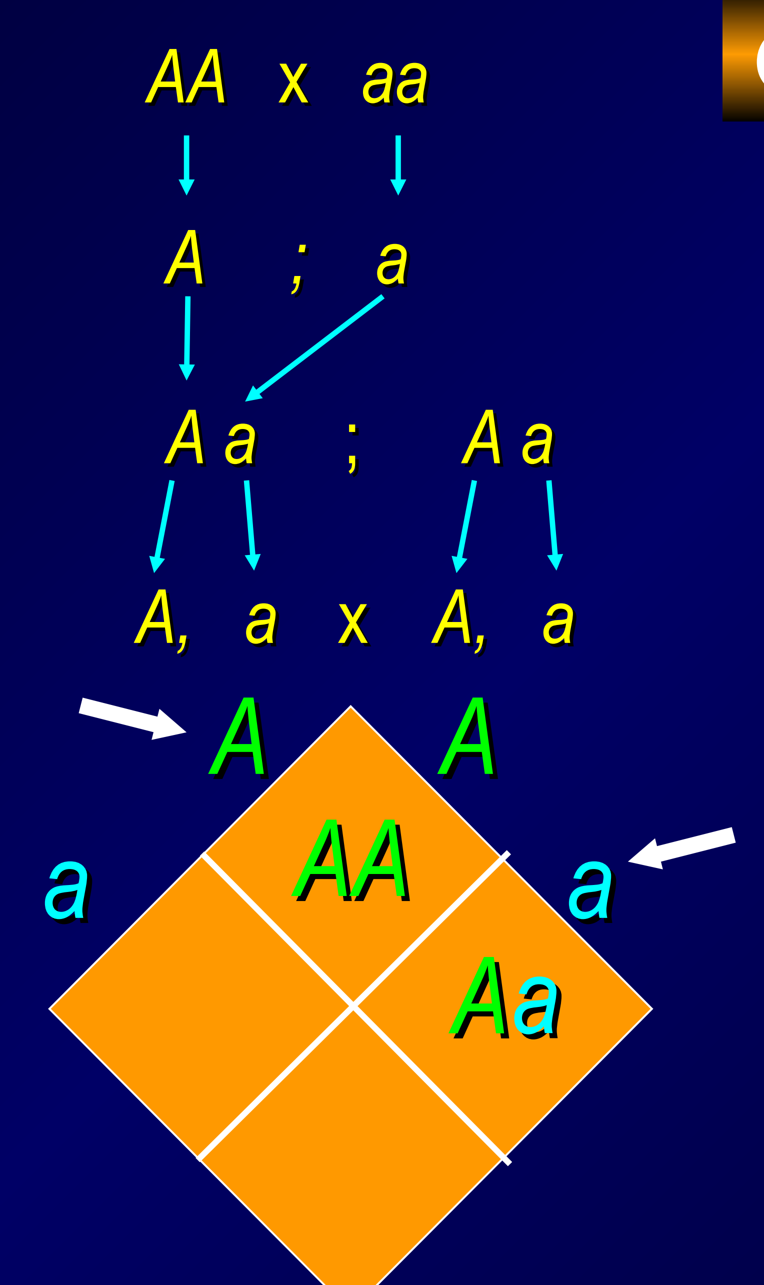
Generación F_1

meiosis

gametos F_1

singamia

Generación F_2



El gameto {*A*} de un sexo al unirse al gameto {*a*} del otro sexo origina un nieto heterocigoto {*Aa*}.

M en C Rafael Govea Villaseñor

Cruza Monohíbrida

Generación F_0 — *AA* x *aa*

meiosis

gametos F_0 — *A* ; *a*

singamia

Generación F_1 — *A a* ; *A a*

meiosis

gametos F_1 — *A*, *a* x *A*, *a*

singamia

Generación F_2

	A	*A*
a	*Aa*	*Aa*
	AA	

Luego el 2º tipo de gameto {*a*} del primer individuo se junta al gameto {*A*} del segundo organismo da lugar a un tercer nieto heterocigoto {*Aa*}

M en C Rafael Govea Villaseñor

Cruza Monohíbrida

Generación F_0 — *AA* x *aa*

meiosis

gametos F_0 — *A* ; *a*

singamia

Generación F_1 — *A a* ; *A a*

meiosis

gametos F_1 — *A*, *a* x *A*, *a*

singamia — *A*, *A*, *a*, *a*

Generación F_2 — *AA*, *Aa*, *Aa*, *aa*

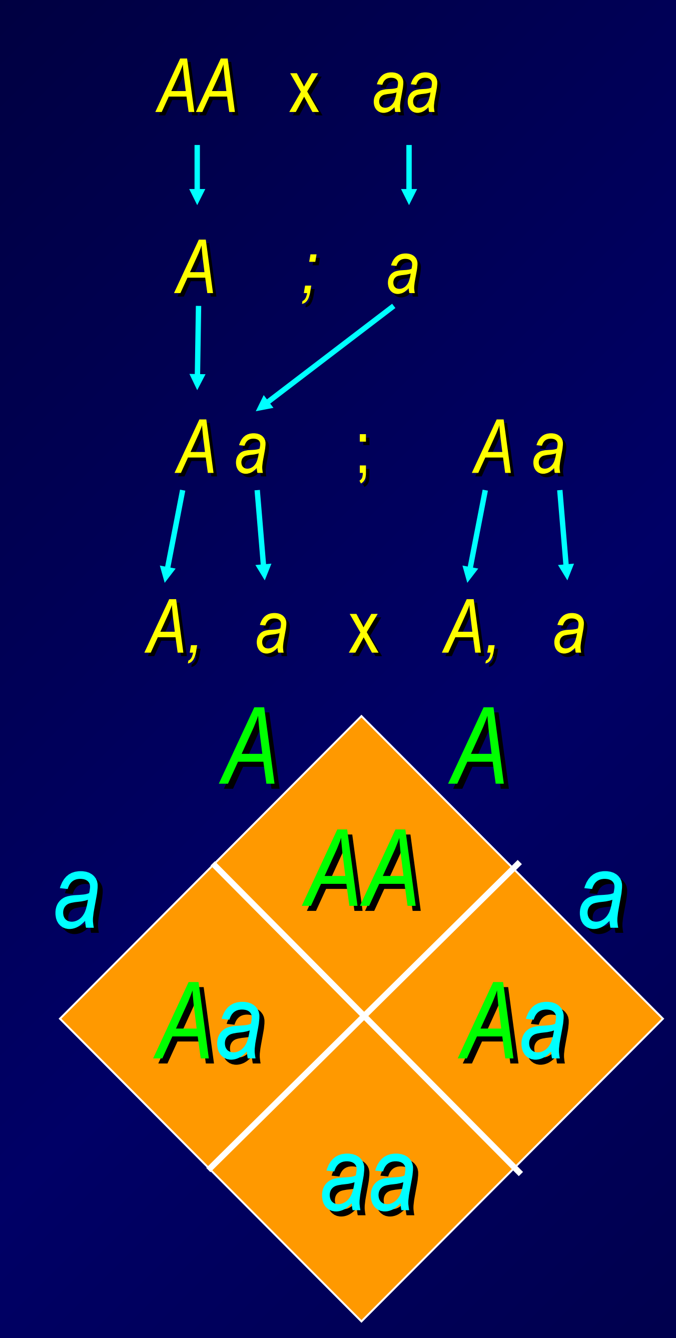
La última combinación se origina cuando el otro gameto {*a*} del primer organismo se une al segundo tipo de gameto con el gen alelo también recesivo {*a*}.

Así se forma el cuarto nieto, un organismo homocigoto recesivo {*aa*}

M en C Rafael Govea Villaseñor

Cruza Monohíbrida

Generación F_0
meiosis
gametos F_0
singamia
Generación F_1
meiosis
gametos F_1
singamia
Generación F_2



Así la Generación F_2 está constituida por:

3 Genotipos:

1*AA* [homocigoto dominante]

2*Aa* [heterocigotos]

1*aa* [homocigoto recesivo]

M en C Rafael Govea Villaseñor

Cruza Monohíbrida

Generación F_0

meiosis

gametos F_0

singamia

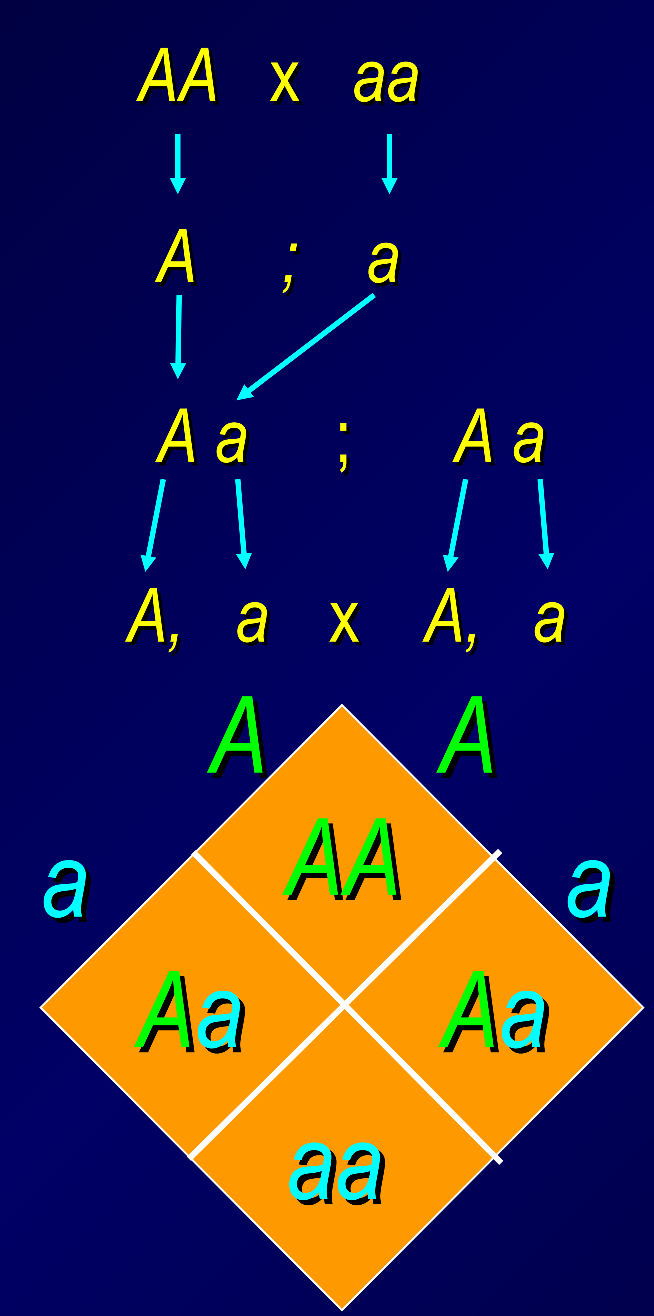
Generación F_1

meiosis

gametos F_1

singamia

Generación F_2



Así la Generación F_2 está constituida por:



El Tamaño mínimo de la generación F_2 con todos los genotipos es = 4

¿Qué es la cruza monohíbrida matemáticamente hablando? 1

- Un binomio al cuadrado: $[A + a]^2$
- Empecemos multiplicando el primer término del binomio izquierdo por los sumandos del 2º binomio: [A + a] [A + a]
- $[A + a]^2 = [A + a]\,[A + a] = [A^2$

¿Qué es la cruza monohíbrida matemáticamente hablando? 2

- Seguimos multiplicando el primer término por el segundo sumando del 2º binomio: [A + a] [A + a]

$[A + a]^2 = [A + a]\ [A + a] = [A^2 + Aa$

¿Qué es la cruza monohíbrida matemáticamente hablando? 3

- Luego, multiplicamos el segundo sumando del primer binomio por el primer término del 2º : [A + a] [A + a]

$$[A + a]^2 = [A + a]\,[A + a] = [A^2 + Aa + Aa$$

¿Qué es la cruza monohíbrida matemáticamente hablando? 4

- Acabamos multiplicando el 2° término del primer binomio por el último del 2º binomio: [A + a] [A + a]

- $[A + a]^2 = [A + a] [A + a] = [A^2 + Aa + Aa + a^2$

¿Qué es la cruza monohíbrida matemáticamente hablando? Finalmente...

Completada la multiplicación...

$[A + a]^2 = [A + a]\ [A + a] = [A^2 + 2\ Aa + a^2]$

Que se escribe biológicamente así: 1AA + 2Aa + 1aa

1 homocigoto dominante + 2 heterocigotos + 1 homocigoto recesivo.

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cómo obtener fácilmente los genotipos y fenotipos de una cruza monohíbrida?

Mediante la aplicación del binomio al cuadrado:

El cuadrado del primer sumando, más dos veces la multiplicación del primero por el segundo más el cuadrado del segundo sumando

$$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

Ya que la cruza *DD* x *dd* equivale al binomio: $(D + d)^2$

M en C Rafael Govea Villaseñor

Una cruza monohíbrida, por el método del Binomio

Para el carácter Mendeliano color del chícharo.
Hay dos formas de expresión: Chícharros amarillos o verdes.



El gen responsable del rasgo interviene durante la senescencia (envejecimiento) de semillas y hojas.

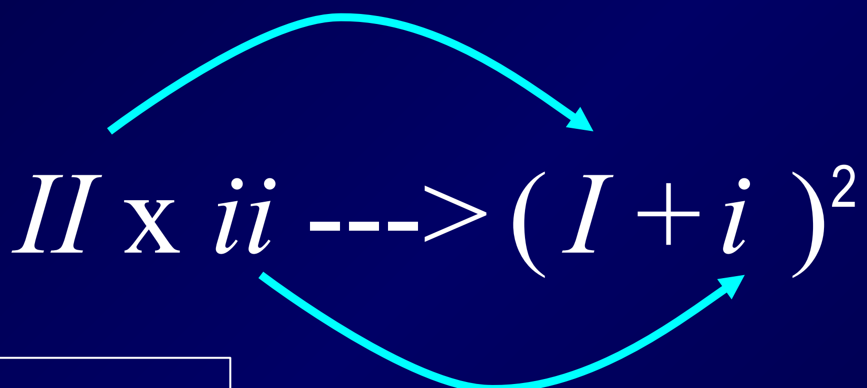
El gen alelo dominante *I* dispara la degradación de la clorofila, de allí el color amarillo de la semilla y el gen alelo recesivo *i* tiene una mutación por inserción de 6 pb que da lugar a una proteína incapaz de inducir la degradación de la clorofila y el cotiledón permanece verde.*

* Sato, Y *et al* (2007) **Mendel's green cotyledon gene encodes a positive regulator of the chorophyll-degrading pathway.** *PNAS*,104(35):169-74

M en C Rafael Govea Villaseñor

Método del Binomio para la cruza monohíbrida-1

Entonces para realizar la cruza, primero anotamos el binomio correspondiente:



Escribimos un gen alelo de cada organismo homocigoto como sumando del binomio

M en C Rafael Govea Villaseñor

Paso 2 ¿Cómo obtenemos los organismos F1?

Aplicando la Ley de la Uniformidad de Mendel

$II \times ii \dashrightarrow (\mathrm{I} + \mathrm{i})^2$

Ley de la Uniformidad

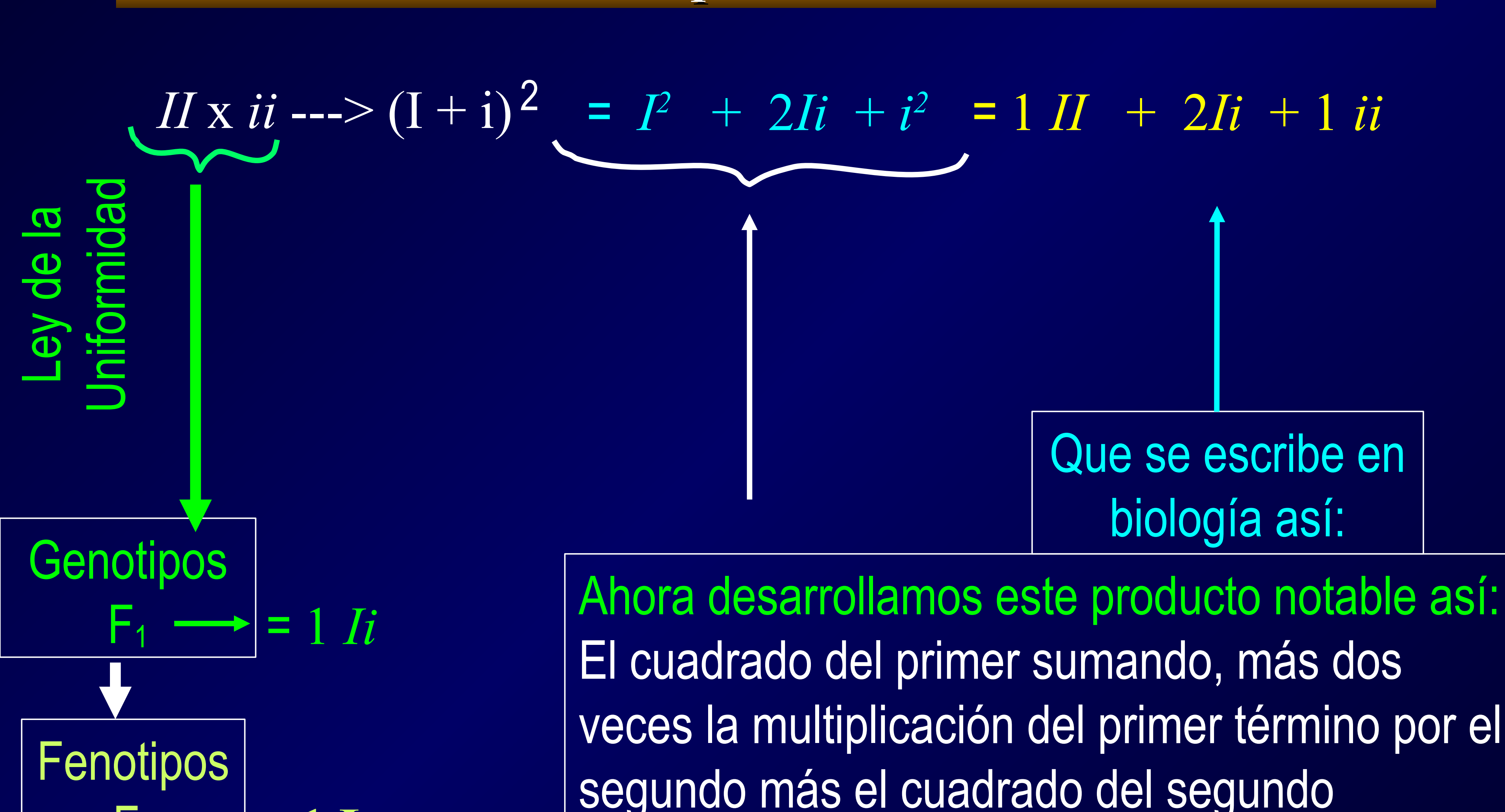
Genotipos F_1 → = 1 *Ii*

Fenotipos F_1 → = **1 I**

Como los progenitores F_0 son homocigotos con diferente gen alelo, sus hijos F_1 son, forzosamente heterocigotos y expresan la forma dominante

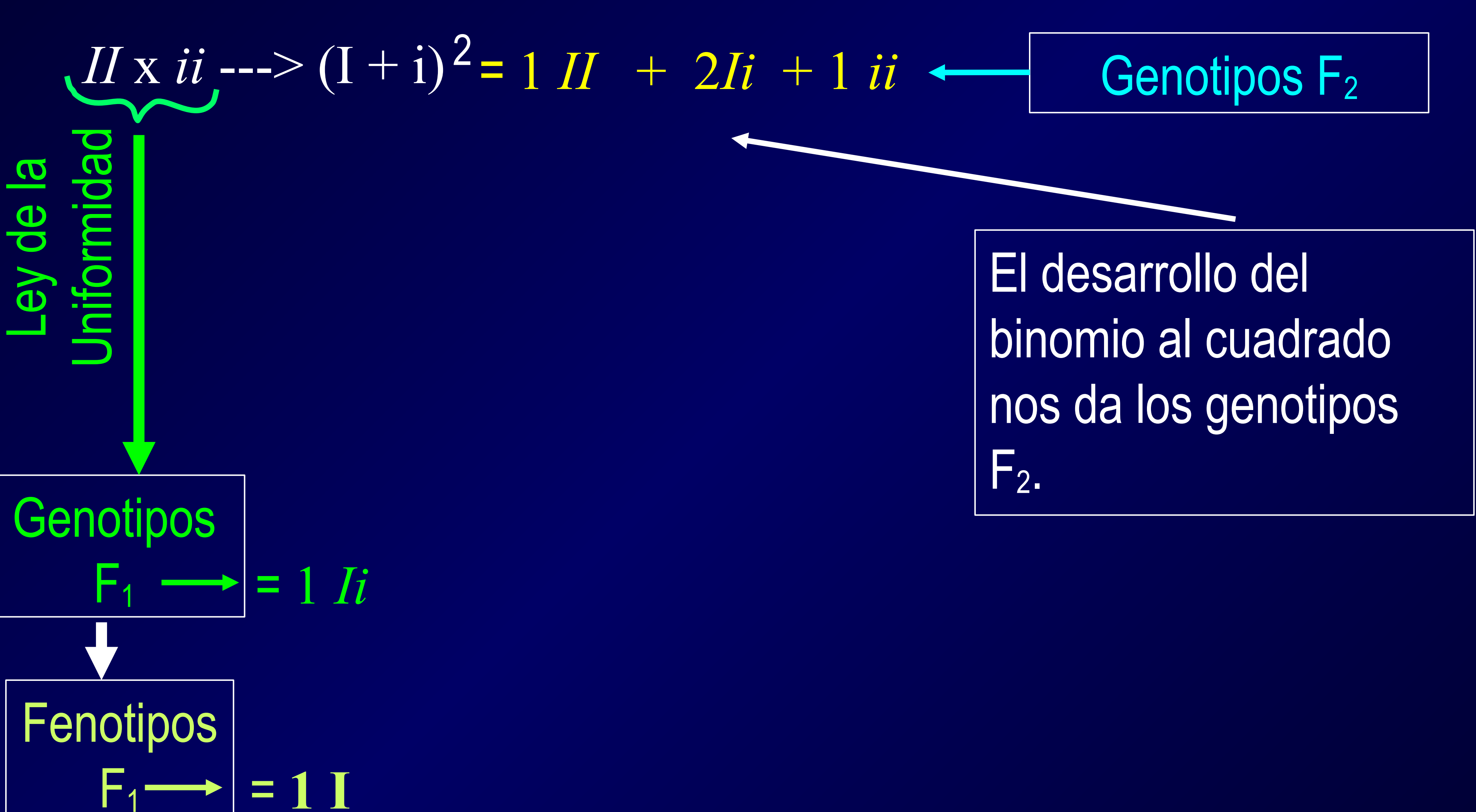
M en C Rafael Govea Villaseñor

Método del Binomio para la cruza monohíbrida-3



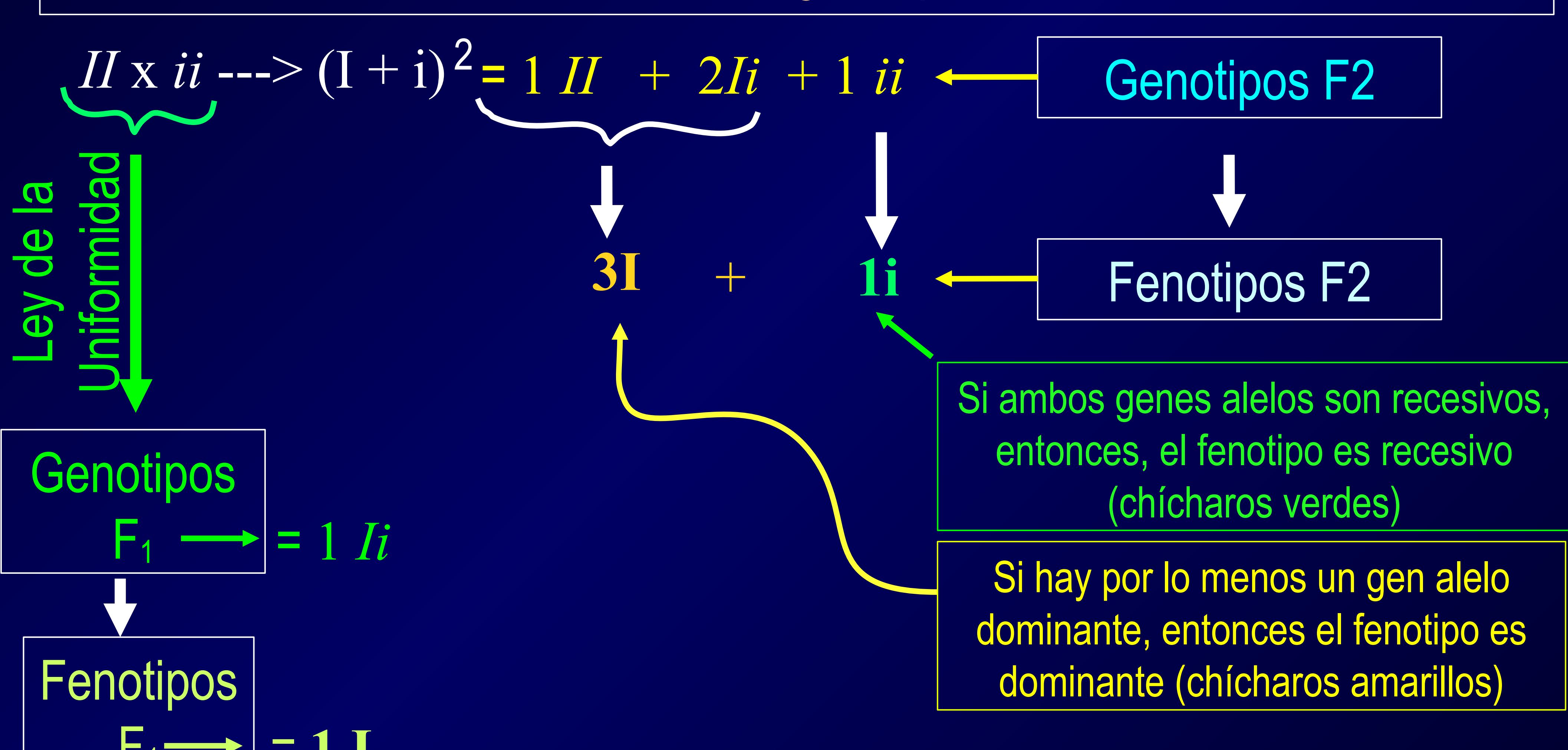
M en C Rafael Govea Villaseñor

Método del Binomio para la cruza monohíbrida-4



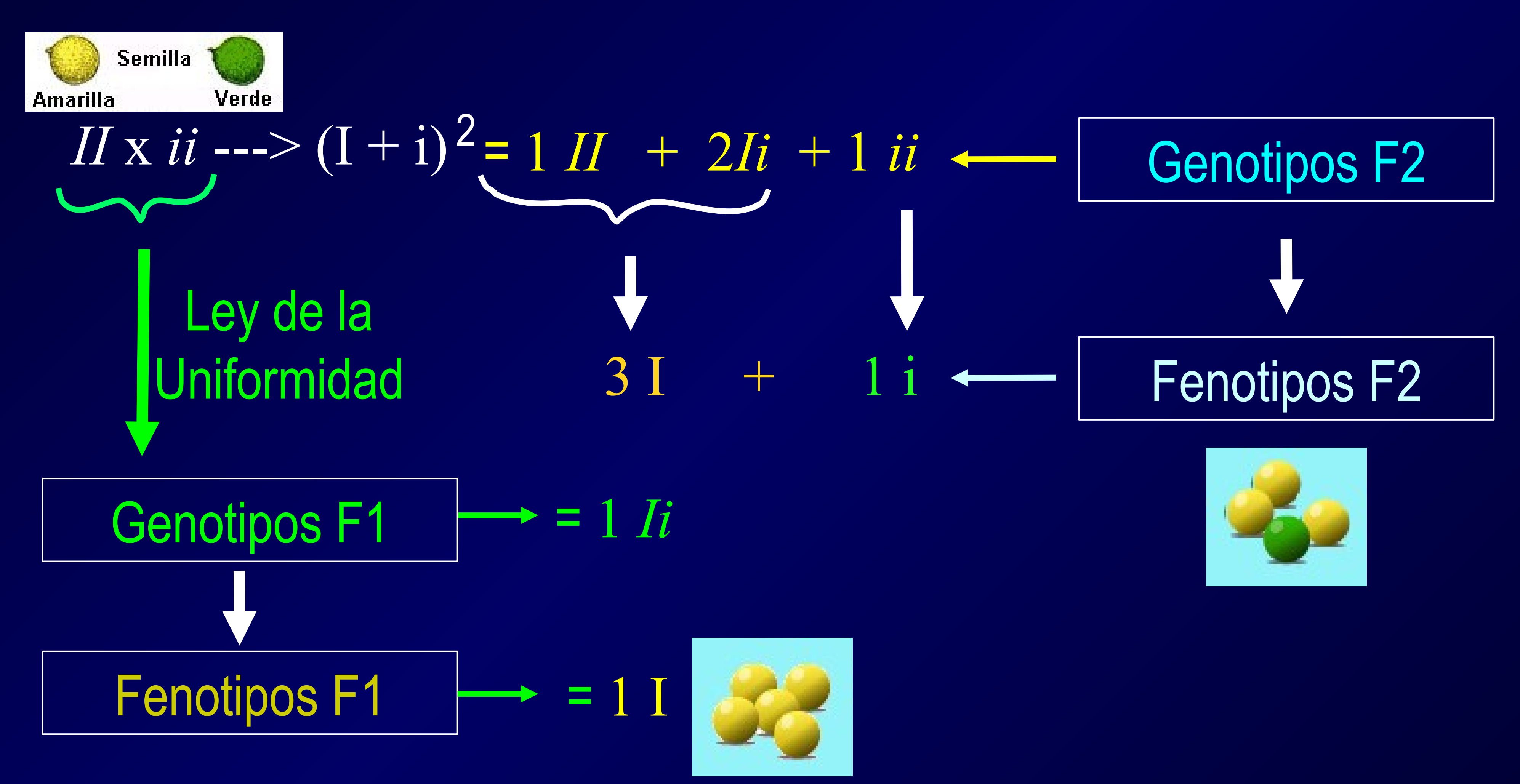
Método del Binomio para la cruza monohíbrida-5

Como el fenotipo depende del genotipo, deducimos el fenotipo de cada clase de genotipo



M en C Rafael Govea Villaseñor

Cruza Monohíbrida por el método del Binomio al cuadrado: Vista global



M en C Rafael Govea Villaseñor